

ВАРФОЛОМЕЕВ А. Ф., КИСЛЯКОВА Н. А., ШАДРИН К. А.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММЫ AUTOCAD ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ КОНТРОЛЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ АНТЕННО-МАЧТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ

Аннотация. Статья посвящена применению современных информационных технологий с целью контроля и обеспечения безопасности высотных инженерных объектов. В частности, исследован крен антенно-мачтового сооружения в г. Рузаевка (Республика Мордовия).

Ключевые слова: крен, антенно-мачтовое сооружение, тахеометр, угловые измерения, вертикальная ось ствола башни, автоматизированные системы, AutoCAD.

VARFOLOMEYEV A. F., KISLYAKOVA N. A., SHADRIN K. A.

USING AUTOCAD SOFTWARE FOR MONITORING OF GEOMETRICAL PARAMETERS OF ANTENNA AND MAST CONSTRUCTIONS

Abstract. The article deals with the using of modern information technologies to control and provide security of high-rise engineering facilities. Particularly, the lurch of an antenna mast construction in Ruzaevka city was calculated.

Keywords: lurch, antenna and mast construction, tacheometer, angular measurements, vertical axis of tower trunk, automated systems, AutoCAD.

С развитием информационных и геоинформационных технологий появилась возможность на новом технологическом уровне выполнять геодезические измерения с последующей обработкой с использованием современного программного обеспечения [2-4;]. Применение информационных и геоинформационных технологий в междисциплинарных исследованиях способствует совершенствованию технологии картографо-геодезических работ [5-7]. Освоение систем спутникового позиционирования GPS/ГЛОНАСС позволяет применять способы определения крена высотных зданий и сооружений с помощью GPS-приемников и электронных тахеометров [8-10].

В настоящее время возводится большое количество инженерных сооружений. В связи с этим существует проблема, связанная с проведением наблюдений за деформационными процессами.

Ни одно строительство крупных сооружений не обходится без деформационных измерений. Также большое значение имеет контроль за уже построенными объектами. Деформационные измерения на сегодняшний день являются неотъемлемой частью геодезического контроля для обеспечения безопасности инженерных объектов.

В геодезии принято рассматривать деформацию как изменение положения объекта относительно его первоначального положения.

Геодезический контроль за деформациями сооружений производится с момента их возведения и продолжается при эксплуатации. Он подразумевает под собой комплекс измерительных и описательных мероприятий по выявлению величин деформаций и причин их возникновения. По результатам контроля выявляются закономерности, позволяющие прогнозировать процесс деформации и предпринимать меры для скорейшей ликвидации их последствий.

Деформации возникают в связи с воздействием различных природных и техногенных факторов. Они могут влиять как на основание, так и на само сооружение. Смещения могут происходить как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскостях.

Таким образом, для инженерных объектов геодезический контроль решает задачу изучения пространственно-временных процессов состояния объекта и отдельных его частей, а результаты геодезических измерений и наблюдений являются исходной основой для определения деформаций инженерных объектов.

Целью настоящей работы является осуществление геодезического анализа деформационных изменений инженерного сооружения, с использованием информационных методов, в частности системы AutoCAD.

Материалами для исследования являются полевые данные, полученные в результате проведения геодезической съемки антенно-мачтового сооружения в г. Рузаевка. На начальном этапе были выполнены полевые наблюдения, которые проводились с двух станций при помощи тахеометра LeicaTS 02 по восьми высотным горизонтам [1].

На основе рассчитанных отклонений от вертикальной оси ствола башни по осям X и Y по известным формулам [1] были вычислены значение крена во всех сечениях исследуемого сооружения (см. табл. 1).

Таблица 1

Рассчитанные значения крена антенно-башенного сооружения

№ пояса	Отметка, м	Значение крена, мм
0	0	0
1	10	26
2	15	46
3	22	86
4	28	75
5	33	84
6	38	71
7	43	89

На следующем этапе исследований необходимо выяснить, обладает ли система AutoCAD возможностями для аналогичных расчётов. Для этого были рассчитаны координаты трёх точек по каждому высотному горизонту (всего 24). Был создан файл с координатами в формате *.dwg (формат системы AutoCAD).

Таблица 2

Координаты высотных ярусов

N измерения	X (метры)	Y (метры)	H (метры)
1	59876.729	5422.016	100.093
2	59875.185	5416.358	100.093
3	59880.965	5414.546	100.101
4	59877.152	5420.985	109.949
5	59875.925	5416.585	109.983
6	59880.428	5415.697	110.663
7	59877.555	5420.502	117.249
8	59876.621	5417.184	117.289
9	59879.933	5416.187	118.127
10	59877.744	5419.687	123.693
11	59877.078	5417.341	123.731
12	59879.543	5416.576	124.641
13	59877.792	5419.622	127.786
14	59877.136	5417.36	127.786
15	59879.449	5416.65	128.823
16	59877.921	5419.532	132.322
17	59877.303	5417.365	132.369
18	59879.425	5416.724	133.43
19	59878.137	5419.404	135.987
20	59877.531	5417.332	136.029
21	59879.688	5417.197	137.137
22	59878.157	5419.352	140.473
23	59877.569	5417.382	140.513
24	59879.332	5417.33	140.786

В процессе создания чертежа в AutoCAD возникает необходимость установки ряда режимов, полезных для работы, т. е. настройки среды чертежа. AutoCAD воспринимает пользовательскую систему координат (см. рис. 1). С помощью функции рисования «Круг» – «3 точки» были построены 2 круга по исходным точкам (первый круг является базовым с сечением 0 метров, а второй круг соответствует следующему сечению – 10 м, 15 м, 22 м, 28 м, 33 м, 38 м, 43 м). Далее с помощью функции «размер» соединяем точки по сечению, на экране выводится автоматически просчитанное значение отклонения от вертикальной оси ствола башни по двум осям (см. рис. 2-8).

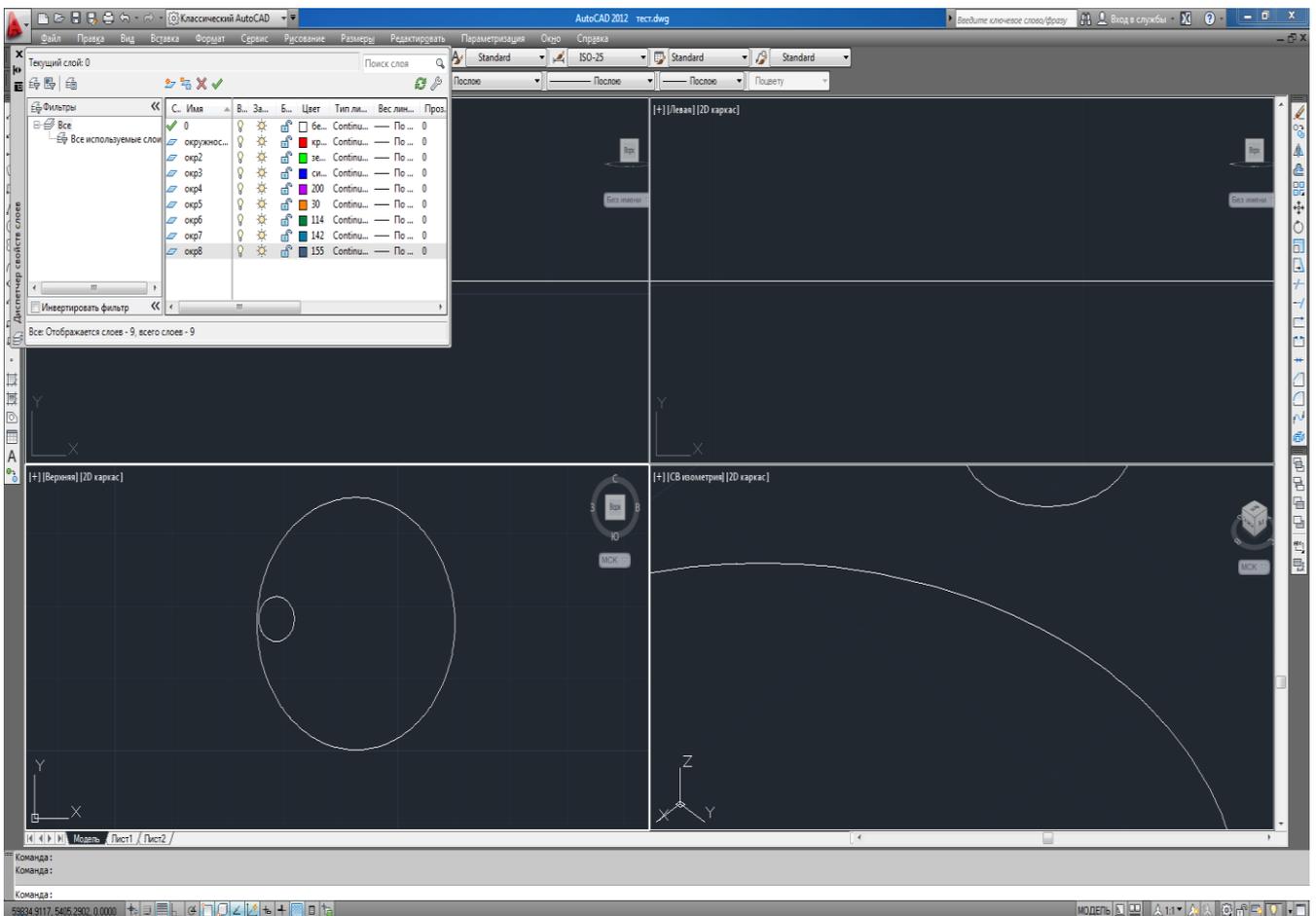


Рис.1. Настройка графической среды AutoCAD.

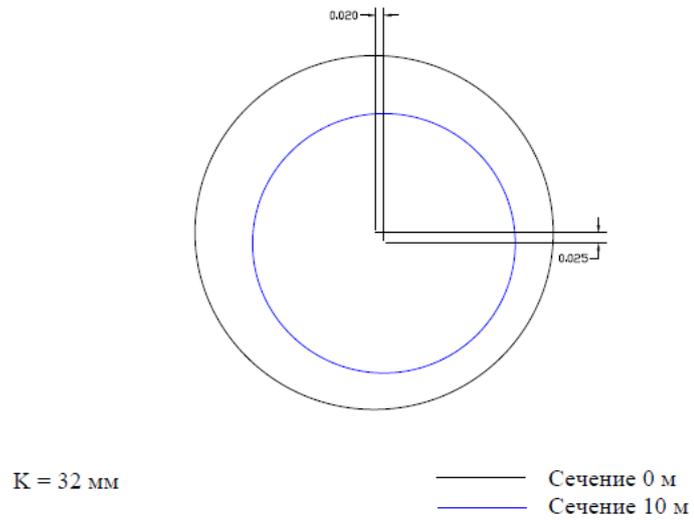


Рис. 2. Значения отклонений и крена от вертикальной оси ствола башни и в сечении 10 м.

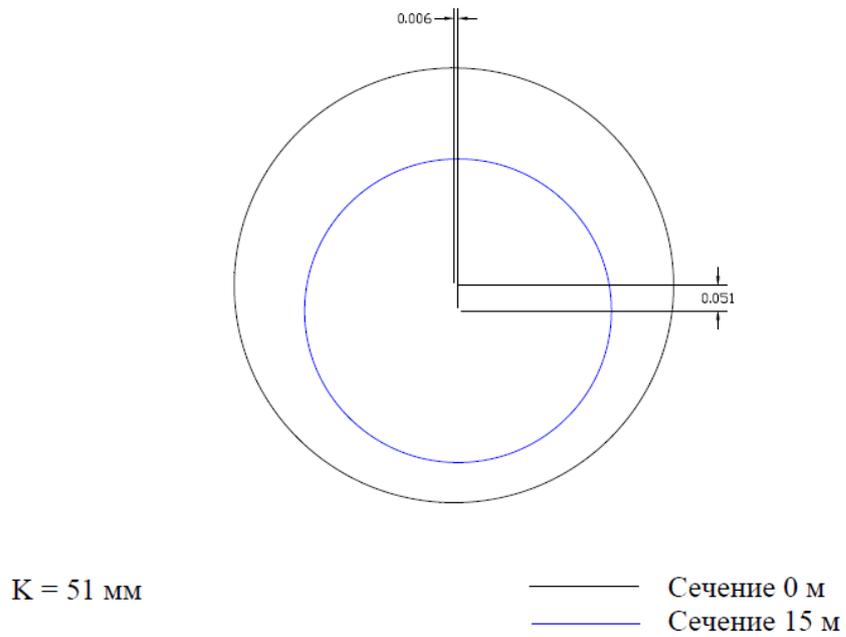
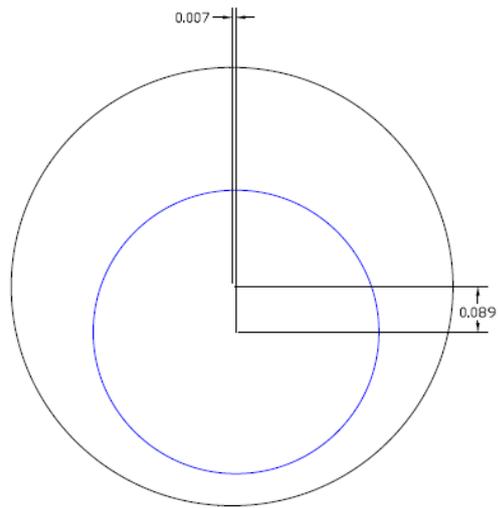


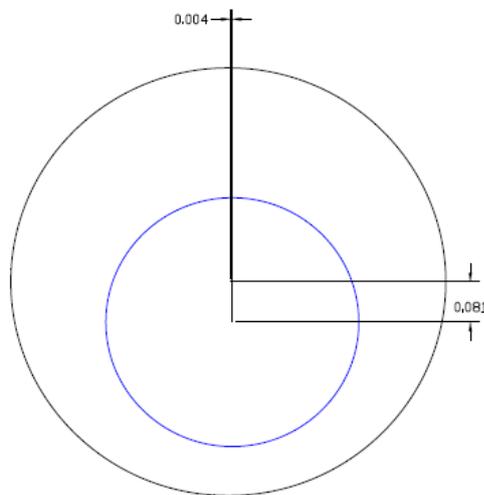
Рис. 3. Значения отклонений от вертикальной оси ствола башни в сечении 15 м.



$K = 89 \text{ мм}$

— Сечение 0 м
 — Сечение 22 м

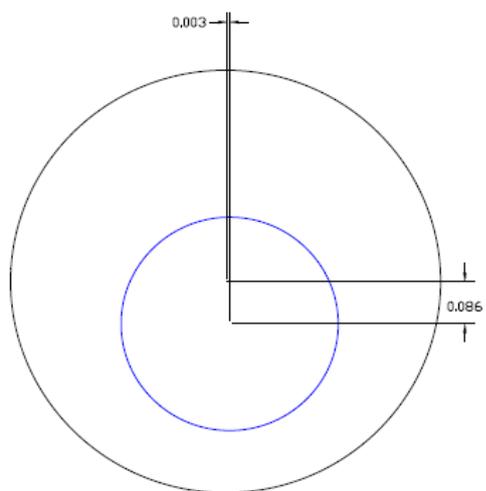
Рис. 4. Значения отклонений от вертикальной оси ствола башни в сечении 22 м.



$K = 81 \text{ мм}$

— Сечение 0 м
 — Сечение 28 м

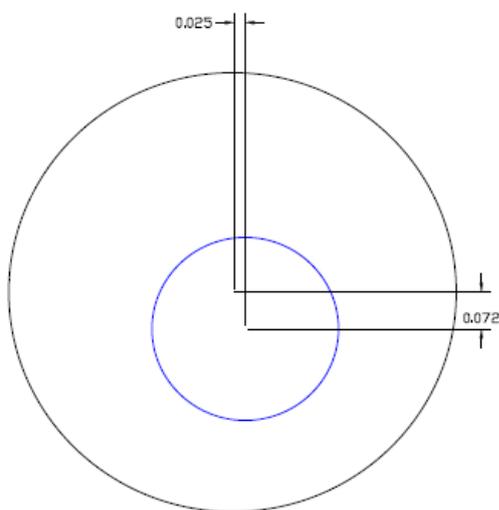
Рис. 5. Значения отклонений от вертикальной оси ствола башни в сечении 28 м.



$K = 86 \text{ мм}$

— Сечение 0 м
 — Сечение 33 м

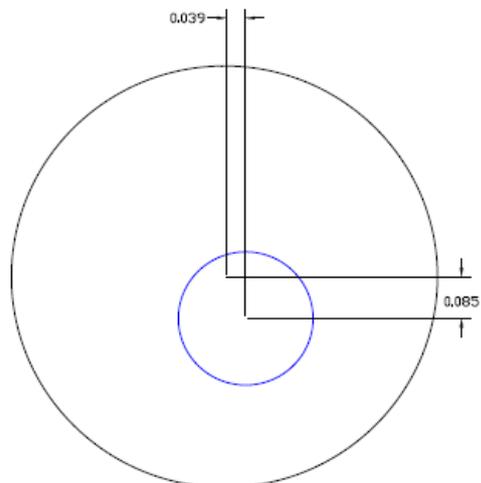
Рис. 6. Значения отклонений от вертикальной оси ствола башни в сечении 33 м.



$K = 76 \text{ мм}$

— Сечение 0 м
 — Сечение 38 м

Рис. 7. Значения отклонений от вертикальной оси ствола башни в сечении 38 м.



$K = 93 \text{ мм}$

— Сечение 0 м
 — Сечение 43 м

Рис. 8. Значения отклонений от вертикальной оси ствола башни в сечении 43 м.

Таким образом, по 24 точкам были построены 8 кругов по разным высотным горизонтам. Были измерены значения отклонение по осям X и Y. Значения крена были занесены в таблицу 3.

Таблица 3

Рассчитанные значения крена антенно-мачтового сооружения

№ пояса	Отметка, м	Значение крена, мм
0	0	0
1	10	32
2	15	51
3	22	89
4	28	81
5	33	86
6	38	76
7	43	93

Традиционный способ включает измерение отклонений по двум осям с двух станций, расчет значений отклонений рассчитывается по стандартным формулам по осям X и Y.

Способ расчета крена сооружения с использованием информационных технологий предусматривает измерений отклонений по двум осям с одной станции в безотражательном режиме тахеометра, обработку полученных результатов с помощью специального

программного обеспечения, построение чертежей в программе AutoCAD, вынос значений отклонений по двум осям.

Таким образом, сравнивая полученные результаты определения крена антенно-мачтового сооружения двумя способами можно сделать вывод, что, различия между значениями составляет не более 6 мм, общая динамика значений отклонений и крена сохраняется. Более точным является традиционный способ расчета, так как расчет значений производится с двух станций, а при втором способе (с использованием информационных технологий) измерения производятся с одной станции в безотражательном режиме, что приводит к погрешности в измерении длин, составляющей 10 мм.

Но, при этом, способ с использованием информационных технологий является более производительным и менее трудозатратным, так как измерения производятся с одной станции, и дальнейшая обработка полученных значений производится автоматически с использованием программного обеспечения. В традиционном же способе вычисления производятся вручную, по формулам.

Таким образом, для измерения крена сооружений можно использовать оба вышеописанных способа, но для работ с повышенной точностью, предпочтительным является традиционный способ. Метод с использованием информационных технологий является более перспективным. Так как с использованием более точного геодезического оборудования и программного обеспечения, можно добиться необходимой точности результатов, ускорить процессы съемки и обработки данных, а также позволяет визуально, с помощью трехмерных технологий, наглядно отображать исследуемые объекты на объемной модели рельефа.

На следующем этапе используя возможности системы AutoCAD для наглядности можно получить на основании данных трёхмерную модель объекта. Объёмная модель позволяет наглядно оценить крен антенно-мачтового сооружения на различных высотных горизонтах.

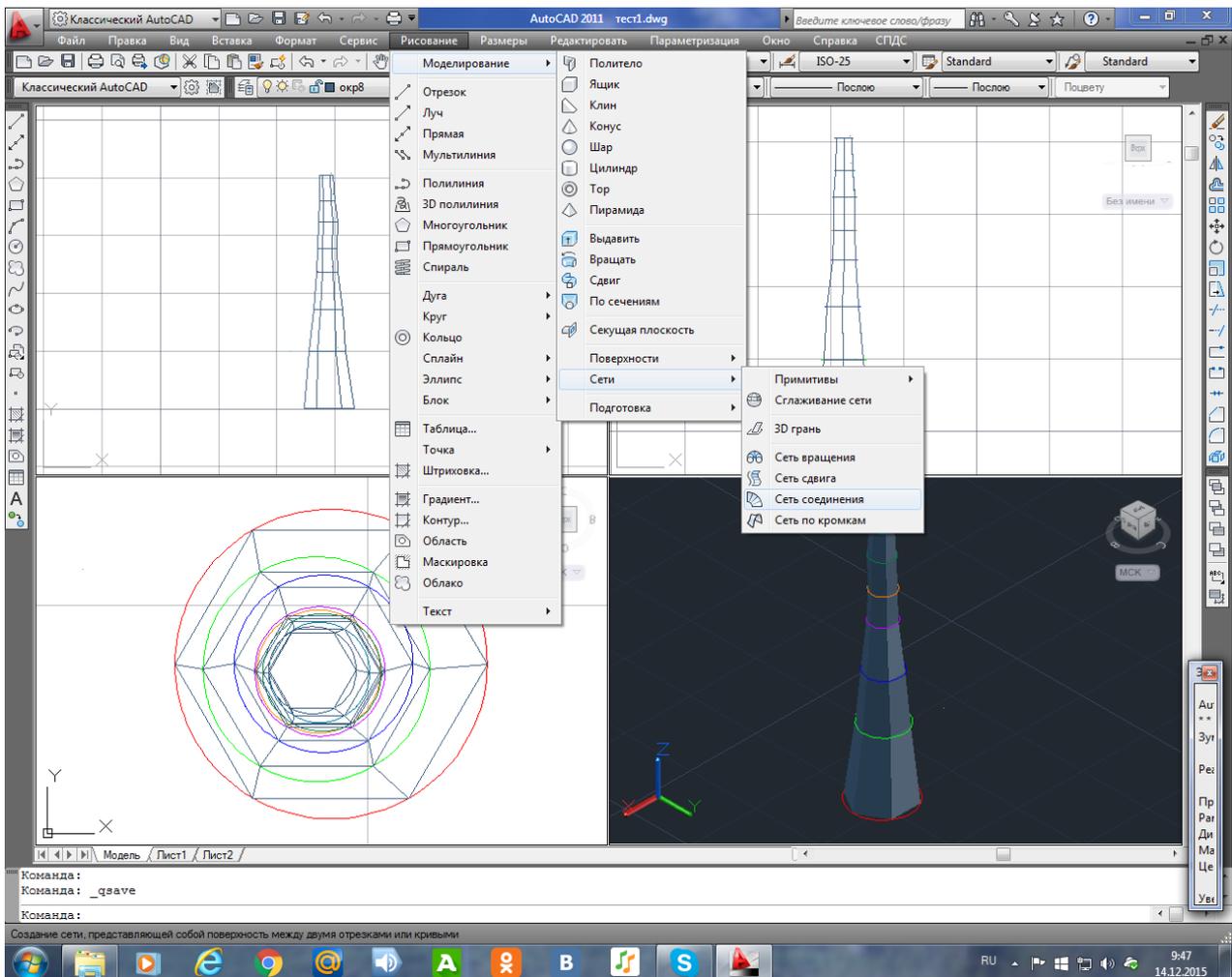


Рис. 9. Трёхмерная модель антенно-мачтового сооружения.

В ходе выполненных камеральных работ были изучены основы и возможности применения геодезического контроля и анализа при решении конкретных инженерных задач практической направленности на примере расчета крена сооружения башенного типа. Для этого было сделано следующее: используя полевые данные, полученные при проведении геодезической съемки антенно-мачтового сооружения в г. Рузаевка, были составлены журналы угловых измерений. На их основании были рассчитаны значения отклонений от вертикальной оси ствола башни традиционным способом и способом с использованием информационных технологий. Далее были рассчитаны значения крена исследуемого сооружения.

Результаты выполненных геодезических измерений позволяют оценить безопасность высотных инженерных объектов, а впоследствии могут быть положены в основу разработки проекта по проектированию и реконструкции антенно-мачтовых сооружений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Варфоломеев А. Ф., Шадрин К. А. Геодезический контроль геометрических параметров антенно-мачтовых сооружений [Электронный ресурс] // Огарев-online. – 2016. – № 24(65). – Режим доступа: <http://journal.mrsu.ru/arts/geodezicheskij-kontrol-geometriceskix-parametrov-antenna-machtovyx-sooruzhenij>.
2. Ерофеев П. С., Манухов В. Ф., Меркулов А. И. Необходимость применения в учебном процессе навыков геодезического мониторинга зданий и сооружений в условиях городской застройки // Картография и геодезия в современном мире: мат-лы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 50-летию кафедры геодезии, картографии и геоинформатики Мордовского государственного университета им. Н. П. Огарева, г. Саранск, 1 декабря 2010 г. / Ред. кол.: В. Ф. Манухов (отв. ред.) и др. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2011. – С. 155-157.
3. Ивлиева Н. Г., Манухов В. Ф. Современные информационные технологии и картографические анимации // Педагогическая информатика. – 2012. – № 1. – С. 36-42.
4. Манухов В. Ф. Совершенствование методов топографических съемок и инженерно-геодезических работ с использованием современных технологий // Вестник Мордов. ун-та. – 2008. – № 1. – С. 105-108.
5. Манухов В. Ф., Варфоломеев А. Ф., Манухова В. Ф. О геоинформационной поддержке междисциплинарных исследований // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2014. – № 4. – С. 182-184.
6. Манухов В. Ф., Ивлиева Н. Г., Манухова В. Ф. Геоинформационные технологии в междисциплинарных исследованиях. // Современное образование: содержание, технологии, качество. – 2016. – Т. 2. – С. 35-37.
7. Манухов В. Ф., Ивлиева Н. Г., Тюряхин А. С. Непрерывное образование применительно к картографо-геодезической специальности // Геодезия и картография. – 2009. – № 8. – С. 58-63.
8. Манухов В. Ф., Разумов О. С., Спиридонов А. И. и др. Спутниковые методы определения координат пунктов геодезических сетей: учеб. пособие. – Изд. 2-е, испр. и доп. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2011. – 128 с.
9. Манухов В. Ф., Тюряхин А. С. Глоссарий терминов спутниковой геодезии: учеб. пособие. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2006. – 48 с.
10. Уставич Г. А. Определение крена сооружений башенного типа GPS-приемниками и тахеометрами // Геодезия и картография. – 2003. – № 9. – С. 15-18.